



**ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ**

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21)(22) Заявка: 2014151514/03, 18.12.2014

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
18.12.2014

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 18.12.2014

(45) Опубликовано: 10.01.2016 Бюл. № 1

(56) Список документов, цитированных в отчете о поиске: **МИЧКАРЕВА В.И. и др., Пористые безобжиговые заполнители для легкого бетона из пылевидных зол электростанций, Строительные материалы**, N 11, 1964, с. 34-35. **SU 1691345 A1**, 15.11.1991. **RU 2052428 C1**, 20.01.1996. **RU 2526925 C2**, 27.08.2014. **RU 2482081 C1**, 20.05.2013. **SU 1286560 A1**, 30.01.1987. **WO 1994005434 A1**, 17.03.1994. **КАПУСТИН В.Ф. и др.** (см. прод.)

Адрес для переписки:

620002, г. Екатеринбург, ул. Мира, 19, УрФУ,
Центр интеллектуальной собственности, Маркс
Т.В.

(72) Автор(ы):

**Уфимцев Владислав Михайлович (RU),
Капустин Федор Леонидович (RU),
Гетманов Павел Викторович (RU)**

(73) Патентообладатель(и):

**Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего
профессионального образования "Уральский
федеральный университет имени первого
Президента России Б.Н. Ельцина" (RU)**

(54) СПОСОБ ПОЛУЧЕНИЯ БЕЗОБЖИГОВОГО ЗОЛЬНОГО ГРАВИЯ

(57) Реферат:

Изобретение относится к технологиям производства пористых заполнителей конструкционного назначения на основе техногенного сырья и рекомендуется для крупномасштабной переработки отходов теплоэнергетики в виде кислых и ультракислых зол. Способ получения безобжигового зольного гравия на основе кислой золы ТЭС, негашеной извести и добавок включает приготовление вяжущего на основе негашеной извести, дозирование компонентов, их увлажнение и перемешивание с последующей грануляцией и твердением гранул, известь предварительно гасят водой до консистенции с распылом "лепешки" по Суттарду 20-22 см, а полученную суспензию подвергают гидромеханической активации в

роторном активаторе со скоростью оборотов более 1000 мин⁻¹ с последующим увлажнением активированной суспензией смеси золы и добавок. Способ предусматривает подачу минеральной крошки с размером частиц 1-3 мм в процессе грануляции. Способ предусматривает подачу сырцовых гранул после тарельчатого гранулятора в уплотнитель - наклонный вращающийся барабан с гофрированной внутренней поверхностью, в котором гранулы последовательно опудривают вначале пластификатором, потом цементом, а затем подсушивают. Технический результат - ускорение твердения безобжигового зольного гравия и повышение его прочности. 2 з.п. ф-лы, 3 табл.

(56) (продолжение):

Безобжиговый зольный гравий для конструкционных бетонов, 2-я международная практическая конференция "Проблемы инновационного биосферно-совместимого социально-экономического развития в строительном, жилищно-коммунальном и дорожном комплексах", секция 1, Актуальные проблемы строительного комплекса: строительные материалы и технологии, 30.11.2010, с. 146-148.

RU 2 5 7 2 4 2 9 C 1

RU 2 5 7 2 4 2 9 C 1



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(19) **RU** (11) **2 572 429** (13) **C1**

(51) Int. Cl.

C04B 18/10 (2006.01)

C04B 38/00 (2006.01)

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(21)(22) Application: **2014151514/03, 18.12.2014**

(24) Effective date for property rights:
18.12.2014

Priority:

(22) Date of filing: **18.12.2014**

(45) Date of publication: **10.01.2016** Bull. № 1

Mail address:

**620002, g. Ekaterinburg, ul. Mira, 19, UrFU, Tsentr
intellektual'noj sobstvennosti, Marks T.V.**

(72) Inventor(s):

**Ufimtsev Vladislav Mikhajlovich (RU),
Kapustin Fedor Leonidovich (RU),
Getmanov Pavel Viktorovich (RU)**

(73) Proprietor(s):

**Federal'noe gosudarstvennoe avtonomnoe
obrazovatel'noe uchrezhdenie vysshego
professional'nogo obrazovanija "Ural'skij
federal'nyj universitet imeni pervogo Prezidenta
Rossii B.N. El'tsina" (RU)**

(54) **PRODUCTION OF NON-FIRED SOOT GRAVEL**

(57) Abstract:

FIELD: mining.

SUBSTANCE: invention discloses the production of said gravel based on the thermal power station acid soot, quicklime and additives. It comprises making of the binder based of quick lime. The components are proportioned, wetted and mixed. Thereafter, pelletising occurs and pellets are hardened. Then, quick lime is slaked by water to the consistency of "cake flow" in Suttard terms of 20-22 cm. Then, obtained suspension is subjected to hydromechanical activation by rotor-type activator at rpm of 1000 min⁻¹ and wetting of the

mix of soot and additives with activated suspension. This method comprises the feed of mineral crumb with particle size of 1-3 mm at pelletising. It includes the feed of green pellets, downstream of plate-type pelletiser, into the compactor composed of the revolving drum with corrugated inner surface. Here, the pellets are powdered with, first, plasticiser and, then, cement and dried.

EFFECT: accelerated hardening, higher hardness.
3 cl, 3 tbl

RU 2 572 429 C1

RU 2 572 429 C1

Изобретение относится технологиям производства пористых заполнителей конструкционного назначения на основе техногенного сырья и рекомендуется для крупномасштабной переработки наиболее распространенного вида отходов теплоэнергетики в виде кислых и ультракислых зол.

5 Известен способ получения безобжигового зольного гравия, (БЗГ), на основе кислой золы ТЭС, 20% цемента и добавок, включающий дозирование компонентов, их увлажнение и перемешивание с последующей грануляцией и пропаривания гранул для ускорения их твердения (Ицкович С.М., Чумаков Л.Д., Баженов Ю.М. Технология заполнителей бетона. Учеб. для строит. вузов. - М.: Высш. Шк., 1991. с. 224) [1].

10 Недостатком указанного способа является низкая прочность продукции - не более 3 МПа, длительный технологический цикл - не менее 8 часов, обусловленный необходимостью в дорогостоящем пропаривании. Повышение доли цемента в составе БЗГ свыше 20% исключает рентабельность его производства. Кроме того, в процессе пропаривания гранулы образуют конгломераты, т.е. переходят из сыпучего состояния
15 в твердое - в виде отдельных кусков, нуждающихся в измельчении.

Известен способ получения БЗГ, принятый за прототип, в котором в дополнении к операциям, указанным выше, на первой стадии способа готовят известково-зольное вяжущее с использованием в качестве вяжущего негашеной извести, золы и гипса - сульфатного активизатора твердения золоизвестковой смеси, причем примерно
20 половина золы участвует в процесс твердения как вяжущее (Мичкарева В.И., Спектор М.Д., Кайзер А.А. и др. Пористые безобжиговые заполнители для легкого бетона из пылевидных зол электростанций // Строительные материалы, 1964, №11, с. 34-35) [2]. Недостатком указанного способа является низкая прочность БЗГ < 2,5 МПа, а также необходимость в длительной, не менее 16 часов, термообработке золоизвесткового
25 вяжущего, что значительно удлиняет продолжительность технологического цикла и предельно повышает затраты на термообработку.

Задачей изобретения является ускорение твердения безобжигового зольного гравия и повышение его прочности.

Указанная задача решается способом получения безобжигового зольного гравия
30 на основе кислой золы ТЭС, негашеной извести и добавок, включающим приготовление вяжущего на основе негашеной извести, дозирование компонентов, их увлажнение и перемешивание с последующей грануляцией и твердением гранул, отличающимся тем, что известь предварительно гасят водой до консистенции с распылом «лепешки» по Суттарду 20-22 см, а полученную суспензию подвергают гидромеханической активации
35 в роторном активаторе со скоростью оборотов более 1000 мин⁻¹ с последующим увлажнением активированной суспензией смеси золы и добавок, причем в процессе грануляции на тарель гранулятора отдельно подают минеральную крошку с размером частиц 1-3 мм, а сырцовые гранулы после тарельчатого гранулятора поступают в уплотнитель - наклонный вращающийся барабан с гофрированной внутренней
40 поверхностью, в котором гранулы последовательно опудривают вначале пластификатором, потом цементом, а затем подсушивают.

Проверку заявляемого способа осуществляли с использованием в качестве сырья золы-уноса Рефтинской ГРЭС, негашеной извести с содержанием $\text{CaO}_{\text{акт}} > 90\%$,
45 активизаторов твердения - щелочного - отхода производства алюминия и сульфатного - отхода производства фтористых солей. Кроме того, использовали пластификаторы, ЛСТ и С-3, также портландцемент М400Д0 и глиноземистый цемент М400. Грануляцию смеси осуществляли в лабораторном тарельчатом грануляторе с диаметром чаши 0,6 м и ее наклоном 50°. В качестве «затравки» зародышей гранул применяли крошку

известняка размером зерен 1,2-2,5 мм и ее аналог - отход асбестового производства.

Исходные материалы, исключая известь, тщательно перемешивали, известь затворяли многократным количеством воды и подвергали гидромеханической активации посредством устройства, включающего емкость - вертикальный цилиндр, и привод в виде сверлильной машины с числом оборотов $n=1000^{-1}$, в которое вставляли металлический стержень, установленный в центр емкости и имеющий на конце лопасти, поперечные вращению.

Активированной суспензией посредством пульверизатора увлажняли смесь сухих компонентов на тарели гранулятора. Полученные гранулы размером 10-12 мм уплотняли непосредственно на тарели вводом пластификатора с последующим опудриванием уплотненного продукта цементом. Подогрев гранул имитировали 5-минутным подогревом порции гранул в разогретом до 70°C сушильном шкафу, при этом точечная прочность гранулы возросла с 1,2 до 1,35 кгс.

В табл. 1 приведены технические свойства сырцовых гранул. Далее гранулы твердели в эксикаторе в нормальных условиях, т.е. при температуре 18+2°C. Их технические свойства оценивали по ГОСТ 9758-86.

Таблица 1.

Свойства сырцовых гранул

№	Состав смеси, масс	W, %	ρ_n , кг/м ³	Уд.ст-кость		Примечание
				Н,см	n	
К	Зола, известь неактивир.	21	950	60	5	контрольный
1	Зола, известь активир.	20	965	70	7	3 мин. активации
2	Тоже+10%-я добавка ИК	20	970	80	8	+30% выхода гран.
2а	Тоже+10%-я добавка АО	21	975	85	9	+35% выхода гран.
2б	Тоже, что в смеси 2+ЩА	20	970	85	9	+30% выхода гран.
2в	Тоже, что в смеси 2 СА	20	970	85	9	+30% выхода гран.
3	Тоже, что в смеси 2в	20	990	100	10	3 мин. уплотнения
4	Тоже, что в смеси 2в	19	990	>100	>10	5 мин.уплотнения
5	Смесь 2в+0,1% ЛСТ	19	1000	>100	>10	5 мин.уплотнения
6	Смесь 2в+0,3% ЛСТ	17	1050	>100	>10	5 мин.уплотнения
7	Смесь 2в+0,5% ЛСТ	17	1000	>100	>10	5 мин.уплотнения
7а	Смесь 2в+0,1% С-3	15	1000	>100	>10	5 мин.уплотнения
8	Смесь 7+1% цемента	16	1115	>100	>10	5 мин.уплотнения
9	Смесь 7+2% цемента	15	1120	>100	>10	5 мин.уплотнения
9а	Смесь 7+1% ГЦ	15	1125	>100	>10	5 мин.уплотнения
10	Смесь 9+подогрев до 40°C	14	1130	>100	>10	5 мин.уплотнения

W, %- влажность гранул: ρ , кг/м³ - насыпная плотность: Н, см - максимальная высота сброса со стандартного устройства без разрушения: n - число сбрасываний с высоты 300 мм без разрушения: Уд.ст-кость - ударостойкость: ИК-известняковая крошка; АО-асбестовый отсев, отход производства асбестовых волокон; ЩА-щелочной активизатор; СА-сульфатный активизатор; ЛСТ- лигносульфонатный пластификатор; С-3 суперпластификатор; ГЦ глиноземистый цемент М400.

Из представленного в табл. 1 следует, что применение активации повышает плотность и прочность гранул, а введение в смесь известняковой затравки повышает на 30%, в

сравнении с контрольным составом, выход товарной фракции 10-12 мм. Размер зерен в минеральных затравках составлял 1,2-2,5 мм, что соответствует стандартной фракции крупности крупного песка в бетоне. Включение в состав смеси щелочного и сульфатного активизаторов не ухудшает прочности сырцовых гранул и БЗГ, полученного на их

основе. Повышению ударной прочности гранул до предельных стандартных значений, равных по высоте сброса $H > 100$ см и числу сбросов $n > 10$, способствует 3-5-минутная выдержка гранул на грануляторе в целях уплотнения ее структуры, составы 3 и 4.

Следует ожидать, что в условиях производства уровень указанного уплотнения возрастет еще выше вследствие увеличения высоты слоя гранул, участвующих в динамическом процессе окатывания, т.е. усилится давление гравитации на гранулы, находящиеся на текущий момент в нижней точке «гофры». Под «гофрой» следует понимать поперечное сечение, имеющее профиль полукруга.

Процесс уплотнения гранул в гофре имитировали, помещая порцию гранул в пластиковом цилиндре на 5 минут на привод лабораторной валковой мельницы. Очевидно, что в наклонном уплотнительном устройстве, имеющем полигофрированное продольное сечение, длительность пребывания материала в сравнении с вариантом прямоугольного (гладкого) сечения должна быть значительно выше.

Введение добавки пластификаторов ЛСТ и С-3 от 0,1 до 0,3% также способствует уплотнению макроструктуры гранул - составы 4-7а. Однако пластификаторы обычно замедляют твердение вяжущего, образуя на поверхности его частиц экран, замедляющий водообмен, что, в свою очередь, тормозит гидратацию вяжущего. Поэтому добавка пластификатора свыше 0,3% нецелесообразна, что подтверждается тем, что увеличение добавки ЛСТ с 0,3%, состав 6, до 0,5%, состав 7, никак не повлияло на свойства сырцовых гранул, но при этом понизило плотность гранул состава 7 в сравнении с составом 6.

Опудривание гранул цементами, составы и их подсушка предотвращают агрегирование гранул в комки при их твердении в штабеле или силосе. Можно ожидать, что присутствие цемента в поверхностном слое гранулы обеспечит формирование упрочненной, по сравнению с ее ядром, скорлупы. Как известно, в сферических телах, например в яйце, такая оболочка обеспечивает максимум прочности тела.

Таким образом, как это следует из табл. 1, вначале гашение извести, а затем ее гидромеханическая активация обеспечивают уплотнение физической структуры сырцовых гранул, а подача минеральной крошки на тарель гранулятора ускоряет процесс получения гранул нужного размера. В последующем дополнительному уплотнению гранул способствует их опудривание пластификатором, а последующее за этим опудривание цементом в сочетании с подсушкой гранул исключает слипание гранул в комки.

В табл. 2 сравнивается динамика твердения гранул на щелочном и сульфатном активаторах.

Таблица 2 Динамика твердения гранул с различными активизаторами

Сутки	0	1	2	3	5	7	14
ЩА	1.2	1.6	5.3	10.2	19	25.5	51.7
СА	1,2	1,4.	4,2.	8,8	17,5	24,3	49,1

Из данных таблицы следует, что по истечении 1-х суток процесс твердения БЗГ существенно ускоряется. После двух недель твердения прочность гранул возрастает

почти 50-ти кратно. Столь высокий темп роста можно объяснить интенсивным массообменом между золой и известью, катализатором которого являются активизаторы. В сравнении с сульфатным щелочной активизатор обеспечивает более быстрое твердение БЗГ.

5 В табл. 3 приведены технические характеристики партии безобжигового зольного гравия, полученные по заявляемому способу после 14 суток нормального твердения определенные в соответствии с ГОСТ 9747-90. Заполнители пористый искусственные.

Таблица 3

10 Технические характеристики безобжигового зольного гравия по ГОСТ 9747-90

Показатель	Значение показателя
Средняя плотность, кг/м ³	1750
Насыпная плотность, кг/м ³	970
Марка по плотности	D1000
Пористость, %	35
Водопоглощение, %	9,5
Прочность на сжатие в цилиндре в 28 сут, МПа	4,5
Марка по прочности	≥П150

30 В соответствии с ГОСТ 9747-90 пористый заполнитель указанной выше марки прочности рекомендуется для получения класса бетона не ниже В22,5.

Таким образом, посредством гашения извести водой и гидрохимической активации ее продуктов в виде водной суспензии заданной консистенции, обеспечивающей при смешении с золой и добавками гранулируемость смеси, с последующей подачей на тарель гранулятора затравки в виде минеральной крошки заданного размера, с последующим постадийным уплотнением физической структуры полученных сырцовых гранул, а затем их быстрого твердения, которое достигается воздействием на золоизвестковое вяжущее щелочного или сульфатного активизатора, обеспечивается технический результат заявляемого способа, заключающийся в ускоренном твердении безобжигового зольного гравия и повышении его прочности.

Формула изобретения

1. Способ получения безобжигового зольного гравия на основе кислой золы ТЭС, негашеной извести и добавок, включающий приготовление вяжущего на основе негашеной извести, дозирование компонентов, их увлажнение и перемешивание с последующей грануляцией и твердением гранул, отличающийся тем, что известь предварительно гасят водой до консистенции с расплывом "лепешки" по Суттарду 20-22 см, а полученную суспензию подвергают гидромеханической активации в роторном

активаторе со скоростью оборотов более 1000 мин^{-1} с последующим увлажнением активированной суспензией смеси золы и добавок.

2. Способ по п.1, отличающийся тем, что в процессе грануляции на тарель гранулятора отдельно подают минеральную крошку с размером частиц 1-3 мм.

5 3. Способ по пп. 1-2, отличающийся тем, что сырцовые гранулы после тарельчатого гранулятора поступают в уплотнитель - наклонный вращающийся барабан с гофрированной внутренней поверхностью, в котором гранулы последовательно опудривают вначале пластификатором, а потом цементом, а затем подсушивают.

10

15

20

25

30

35

40

45